

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 14.06.01 Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии / 05.17.02 Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов

Школа инженерная ядерно-технологическая школа

Отделение ядерного топливного цикла

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема
Применение флокулянтов при переработке ОЯТ

УДК 621.039.59:678:543-412.2

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A7-81	Распутин Илья Викторович		

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЯТЦ ИЯТШ	Жерин И.И.	д.х.н., профессор		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры	Горюнов А.Г.	д.т.н., профессор		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Карелин В.А.	д.т.н., профессор		

Томск – 2021 г.

Актуальность работы. Одной из наиболее серьезных и трудно решаемых проблем при компактной схеме переработки ОЯТ является организация процесса фильтрации высококонцентрированных азотнокислых растворов (плава) урана от взвесей и осадков (конструкционные материалы, примеси). Растворы облученного ядерного топлива (ОЯТ) представляют собой малоконцентрированные суспензии. Осветление является важной операцией в общей технологической схеме переработки ОЯТ, так как последующая экстракционная переработка неосветленного (или некачественно осветленного) потока невозможна по причине возникновения при контакте с экстрагентом межфазных образований, нарушающих работу экстракционного оборудования. Для осветления растворов могут применяться следующие методы – центрифугирование и фильтрование.

Недостаток метода центрифугирования, обычно применяемого для удаления взвесей (осветления растворов ОЯТ) – наличие в оборудовании движущихся частей из-за возможного заклинивания подшипников и перекашивания вала, что может привести к выходу из строя оборудования. Применяемые патронные металлокерамические фильтры не обеспечивают эффективной работы узла фильтрации и в особенности при фильтровании растворов отработавшего топлива с глубоким выгоранием. Кроме того, необходимо вспомогательное фильтрующее вещество (перлит), в результате чего каждая регенерация фильтра сопровождается выдачей на хранение перлитных суспензий, представляющих собой не что иное, как твердые радиоактивные отходы высокого уровня активности.

Оборудование, применяемое в процессах флокуляции растворов ОЯТ, не имеет движущихся частей. Пульсационные насосы и регулирующие устройства, обеспечивающие подачу и дозирование растворов ОЯТ и флокулянта, не соприкасаются с растворами ОЯТ, имеющими высокую радиоактивность, поэтому при поломке оборудования обслуживающему персоналу можно быстро его провести его ремонт, не подвергаясь при этом воздействию радиоактивного излучения. Поэтому разработка нового способа осветления растворов ОЯТ является **актуальной**.

В первой главе описано изучение свойств и поведение коллоидов $U(IV)$, полученного как в ходе лабораторных работ, так и образующегося в глубинных хранилищах ОЯТ $U(VI)$. Представлены данные по отношению $Si:U$, а также необходимой pH среды для образования коллоидов. Также показано, что образующийся в ходе растворения в глубинных хранилищах ОЯТ U^{6+} в восстановительных средах может превращаться в твердые частицы U^{4+} , способные образовывать агрегаты UO_2 нанометрового размера и что этот порошок состоит не из стехиометрических UO_2 , а скорее из смеси степеней окисления; $U(IV)$, $U(V)$ и $U(VI)$.

Во второй главе процесс образования гидратированного молибдата циркония $Zr(MoO_4)_2$ продемонстрировано, что образование $Zr(MoO_4)_2$ регулировалось многостадийными

поверхностными реакциями и не включает образование коллоидов или частиц в растворе. Первым этапом осаждения $Zr(MoO_4)_2$ на поверхности является образование аморфной пленки с отношением $Zr:Mo$, близким к единице. Затем следует образование, рост и зародышеобразование частиц $Zr(MoO_4)_2$ различной степени кристалличности

Третья глава посвящена свойствам и поведению коллоидных частиц палладия в эмульсии при переработке ОЯТ. Показано, что образования эмульсии нельзя было избежать без предварительной обработки нерастворимых остатков в растворе растворителя, такой как осаждение или фильтрация с помощью тонкого пористого фильтра ($<0,1$ мкм). Однако эти методы могут считаться непрактичными, поскольку первые образуют нежелательный осадок на фильтре, вызывая закупорку пути для раствора растворителя, а последние затрудняют фильтрацию из-за сопротивления фильтрации.

В четвертой главе описаны факторы, влияющие на образующиеся при растворении ОЯТ взвеси и коллоиды. Представлены факторы, определяющие необходимость тщательной подготовки растворов к экстракции.

В пятой главе изучены конструкции аппаратов для удаления коллоидных частиц. Для осветления растворов используют центрифугирование или фильтрацию. Недостаток метода центрифугирования – в аппарате имеются движущиеся с большой скоростью детали, что при работе с высокоактивными растворами вызывает трудности в эксплуатации оборудования. Недостаток метода фильтрования – большое количество вспомогательных операций и дополнительные объемы высокоактивных сбросов в виде пульпы, образующихся при регенерации фильтров. Указанные недостатки приводят к необходимости разработки нового способа осветления растворов ОЯТ

В шестой главе представлены преимущества процесса флокуляции. Изучено применение флокулянтов двух типов – на основе полиакриламида (ПАА) и из высокомолекулярных сложных полимеров типа «BESFLOC». В главе указано, что флокулянты на основе ПАА можно использовать для осветления растворов ОЯТ только при концентрации урана не более 300 г/л. В растворах с более высокой концентрацией урана (350 и 400 г/л) за счет увеличивающейся вязкости коллоидные частицы трудно поддаются седиментации, при этом коллоиды равномерно распределяются по всему объему суспензии. В растворах с концентрацией урана от 350 до 400 г/л, полученных в процессе растворения керамического ОЯТ, ПАА не обеспечивает как полноту осаждения, так и выделение всей коллоидной фазы в осадок. Исследования показали принципиальную возможность применения неионогенного флокулянта марки «BESFLOC K4000» для удаления коллоидных частиц из растворов с концентрацией U до 400 г/л, для удаления из раствора мелкодисперсных частиц металлов платиновой группы необходимо использовать катионный флокулянт BESFLOC K6651.